



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 101 33 409 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 60 T 8/24**

⑳ Aktenzeichen: 101 33 409.5  
㉔ Anmeldetag: 13. 7. 2001  
㉑ Offenlegungstag: 30. 1. 2003

**DE 101 33 409 A 1**

⑦① Anmelder:  
Lucas Automotive GmbH, 56070 Koblenz, DE  
  
⑦② Vertreter:  
Wagner, T., Dipl.-Ing., 56070 Koblenz

⑦③ Erfinder:  
Einig, Frank, 56076 Koblenz, DE; Knechtges, Josef,  
56727 Mayen, DE

⑤⑤ Entgegenhaltungen:  
DE 199 58 221 A1  
DE 198 30 190 A1  
DE 197 51 925 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Fahrzeugbremssystem

⑤⑦ Ein Fahrzeugbremssystem, das Regeleinrichtungen umfasst, die das querdynamische Verhalten des Fahrzeugs ermitteln, um durch vom Fahrer unabhängiges Einstellen des Bremsmomentes an einzelnen Fahrzeugrädern ein stabiles Fahrzeugverhalten aufrechtzuerhalten bzw. wiederherzustellen, wird in seiner Leistungsfähigkeit für den Fall ausgestaltet, dass ein seitliches Klippen des Fahrzeugs bei Kurvenfahrt zu verhindern ist. Dazu wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass an dem kurvenäußeren Vorderrad ein Bremsmoment erzeugt bzw. ein bereits eingestelltes Bremsmoment erhöht wird.

**DE 101 33 409 A 1**

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Fahrzeugbremsystem, das Regeleinrichtungen umfasst, die das querdynamische Verhalten des Fahrzeugs ermitteln, um durch vom Fahrer unabhängiges Einstellen des Bremsmomentes an einzelnen Fahrzeugrädern ein stabiles Fahrzeugverhalten aufrechtzuerhalten bzw. wiederherzustellen.

[0002] In bekannter Weise sind heutige Fahrzeugbremsysteme über das Antiblockiersystem (ABS), das ein Blockieren der Räder beim Bremsen verhindert, hinaus mit Regeleinrichtungen ausgestattet, die durch vom Fahrer unabhängiges Abbremsen einzelner Räder die Fahrstabilität aktiv wiederherstellen. So vermeidet die Antriebsschlupfregelung (ASR) das Durchdrehen der Räder beim Antrieben. Darüberhinaus erhöht die Fahrdynamikregelung (FDR) die Fahrstabilität ganz wesentlich, da der Fahrer in querdynamisch kritischen Situationen aktiv unterstützt wird, in dem beim Untersteuern das kurveninnere Hinterrad und beim Übersteuern das kurvenäussere Vorderrad abgebremst wird. Um dazu das querdynamische Verhalten des Fahrzeugs zu ermitteln, werden beispielsweise der vom Fahrer vorgegebene Lenkwinkel, die Fahrzeugquerbeschleunigung sowie das Gierverhalten des Fahrzeugs um seine Hochachse erfasst.

[0003] Ein Problem stellt die Kippstabilität dar, d. h. die Gefahr des seitlichen Kippens des Fahrzeugs bei Kurvenfahrt. Diese Gefahr wächst mit zunehmender Fahrzeuggesamtmasse und tritt insbesondere auf Fahrbahnoberflächen mit hohem Reibwert auf. Weil das Fahrzeug dann die Kippgrenze vor der Rutschgrenze erreicht, können die Antriebsschlupfregelung und die Fahrdynamikregelung erst gar nicht eingreifen, so dass ein sicherheitskritischer Fahrzustand besteht.

[0004] Von daher hat sich die Erfindung zur Aufgabe gemacht, die Leistungsfähigkeit eines vorgenannten Fahrzeugbremsystems für den Fall auszugestalten, dass ein seitliches Kippen des Fahrzeugs bei Kurvenfahrt zu verhindern ist.

[0005] Zur Lösung der Aufgabe wird vorgeschlagen, dass an dem kurvenäusseren Vorderrad ein Bremsmoment erzeugt bzw. ein bereits eingestelltes Bremsmoment erhöht wird.

[0006] Der grosse Vorteil der Erfindung besteht darin, dass aufgrund des an dem kurvenäusseren Vorderrad erzeugten bzw. erhöhten Bremsmomentes ein "leichtes" Untersteuern des Fahrzeugs bewusst hervorgerufen wird, da an dem kurvenäusseren Vorderrad die Seitenführungskraft reduziert wird, so dass einem seitlichen Kippen des Fahrzeugs zuverlässig entgegengewirkt wird. Durch das Wiederherstellen der Kippstabilität ergibt sich bei dem erfindungsgemässen Fahrzeugbremsystem ein bedeutender Sicherheitsvorteil.

[0007] Auch besteht kein Risiko, dass aufgrund des bewusst hervorgerufenen "leichten" Untersteuerns des Fahrzeugs ein querdynamisch kritischer Fahrzustand eintritt, da eine je nach Auslegung des Fahrzeugbremsystems über- oder untergeordnete Fahrdynamikregelung eingreifen kann, wenn aufgrund des an dem kurvenäusseren Vorderrad erzeugten bzw. erhöhten Bremsmomentes ein "kritisches" Untersteuern des Fahrzeugs zu verhindern ist.

[0008] Wie das Bremsmoment an dem kurvenäusseren Vorderrad sowohl grössenordnungsmässig als auch verlaufsässig (z. B. sprungförmig oder rampenförmig) erzeugt bzw. erhöht wird, um in geeigneter Weise ein unkritisches Untersteuern des Fahrzeugs zu erzwingen, wird unter anderem bestimmt aus dem Lenkwinkel, der Fahrzeugquerbeschleunigung sowie dem Gierverhalten (Giergeschwin-

digkeit) des Fahrzeugs um seine Hochachse, wobei auch stationäre Fahrzeugparameter, wie beispielsweise Spurweite und Achsabstand berücksichtigt werden.

[0009] Da die Kippgrenze des Fahrzeugs ganz wesentlich von der Fahrzeugquerbeschleunigung abhängig ist, wird das Bremsmoment an dem kurvenäusseren Vorderrad erzeugt bzw. erhöht, wenn die Fahrzeugquerbeschleunigung bzw. eine mit der Fahrzeugquerbeschleunigung in Beziehung stehende Grösse einen vorherbestimmten Grenzwert überschreitet. Dabei wird als vorherbestimmter Grenzwert eine maximal zulässige Fahrzeugquerbeschleunigung angesetzt, bei der das Fahrzeug bei Kurvenfahrt noch nicht zum seitlichen Kippen neigt. Als mit der Fahrzeugquerbeschleunigung in Beziehung stehende Grösse kann beispielsweise der Wankwinkel des Fahrzeugs herangezogen werden, sofern auf diesen in dem Fahrzeugbremsystem mess- oder rechen-technisch Zugriff besteht.

[0010] Vorzugsweise wird der Grenzwert für die maximal zulässige Fahrzeugquerbeschleunigung in Abhängigkeit vom Beladungszustand des Fahrzeugs vorherbestimmt, sofern dieser dem Fahrzeugbremsystem mess- oder rechen-technisch zur Verfügung steht. Dem insbesondere bei leichten Nutzfahrzeugen, wie Kleintransportern, die einen verhältnismässig hohen Fahrzeugschwerpunkt haben, hängt die Kippgrenze sehr stark vom Beladungszustand ab, insbesondere wenn sich durch Auflagen von Durchlasten die Fahrzeugschwerpunkthöhe verlagert. Auch vergrössert sich mit zunehmender Beladung der Wankwinkel, da die Fahrzeugmasse und dadurch die wirkende Zentrifugalkraft zunimmt. Deshalb wird der Grenzwert für die maximal zulässige Fahrzeugquerbeschleunigung mit zunehmender Beladung verringert.

[0011] Der Grenzwert für die maximal zulässige Fahrzeugquerbeschleunigung wird zu Beginn eines jeden Fahrbetriebes auf einen Minimalwert zurückgesetzt. Dabei wird der Beginn eines Fahrbetriebes jedesmal anhand des Einschaltens der Zündung durch den Fahrer festgestellt. Für den Minimalwert, mit dem sich ein seitliches Kippen auch in Extremsituationen noch vermeiden lässt, hat sich in der Praxis eine Fahrzeugquerbeschleunigung in der Grössenordnung von drei Metern pro Sekundequadrat als sicher erwiesen.

[0012] Um die Ansprechempfindlichkeit der tatsächlichen Kippgrenze im aktuellen Fahrbetrieb anzupassen, wird der Grenzwert für die maximal zulässige Fahrzeugquerbeschleunigung während eines ununterbrochenen Fahrbetriebes, also wenn kein Ein- bzw. Ausschalten der Zündung durch den Fahrer festgestellt wird, erhöht, solange die kurveninneren Räder nicht abheben, also noch Kontakt zur Fahrbahnoberfläche haben. Zum Überprüfen des Abhebens der kurveninneren Räder wird der Schlupf an den kurveninneren Rädern ermittelt und anschliessend überprüft, ob der Schlupf betragsmässig einen vorherbestimmten Wert unterschreitet bzw. nicht überschreitet. Als praxisgerecht hat sich ein vorherbestimmter Schlupfwert in der Grössenordnung von zehn Prozent erwiesen.

[0013] Gleichfalls wird als Bedingung für das Erzeugen bzw. Erhöhen des Bremsmomentes an dem kurvenäusseren Vorderrad das Abheben der kurveninneren Räder herangezogen, also wenn der Schlupf an den kurveninneren Rädern betragsmässig einen vorherbestimmten Wert überschreitet bzw. nicht unterschreitet.

[0014] Dabei wird ein angetriebenes kurveninneres Rad dahingehend überprüft, ob ein vorherbestimmter positiver Schlupfwert überschritten bzw. nicht unterschritten wird.

[0015] Bei einem nichtangetriebenen kurveninneren Rad wird ein Bremsmoment erzeugt bzw. ein bereits eingestelltes Bremsmoment erhöht, um das nichtangetriebene kurven-

innere Rad dahingehend zu überprüfen, ob ein vorherbestimmter negativer Schlupfwert unterschritten bzw. nicht überschritten wird.

[0016] An einem angetriebenen kurveninneren Rad wird zum Überprüfen wie bei einem nichtangetriebenen kurveninneren Rad ein Bremsmoment erzeugt bzw. erhöht, wenn der Antriebsstrang des Fahrzeugs nicht geschlossen ist, also kein Kraftschluss über Kupplung und Getriebe besteht.

[0017] Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Dazu zeigt die einzige Zeichnung ein Flussdiagramm, das zyklisch durchlaufen wird. Dabei wird zunächst überprüft, ob die aktuelle Fahrzeugquerbeschleunigung  $a_{\text{quer}}$  eine vorherbestimmte Grenzbeschleunigung  $a_{\text{KRIT}}$  überschreitet. Ist dies nicht der Fall, so wird der aktuelle Durchlauf abgebrochen und im folgenden Zyklus der nächste Durchlauf begonnen.

[0018] Überschreitet die aktuelle Fahrzeugquerbeschleunigung  $a_{\text{quer}}$  den vorherbestimmten Grenzwert  $a_{\text{KRIT}}$ , so werden die Schlupfwerte  $s_{\text{VORN}}$ ,  $s_{\text{HINTEN}}$  an den kurveninneren Rädern ermittelt. Danach werden die Beträge bzw. Absolutwerte der Schlupfwerte  $|s_{\text{VORN}}|$ ,  $|s_{\text{HINTEN}}|$  dahingehend überprüft, ob der Schlupf an beiden kurveninneren Rädern einen vorherbestimmten Grenzschlupf  $s_{\text{KRIT}}$  überschreitet. Ist dies nicht der Fall, so wird die Grenzbeschleunigung  $a_{\text{KRIT}}$  um einen bestimmten Betrag  $\Delta a$  erhöht.

[0019] Nur dann, wenn der Schlupf an beiden kurveninneren Rädern einen vorherbestimmten Grenzschlupf  $s_{\text{KRIT}}$  überschreitet, wird das kurvenäußere Vorderrad abgebremst, um ein seitliches Kippen des Fahrzeugs zu verhindern.

[0020] Im Ausführungsbeispiel wird die Grenzbeschleunigung  $a_{\text{KRIT}}$  schrittweise um den vorherbestimmten Wert  $\Delta a$  erhöht. Es versteht sich aber für einen Fachmann, dass eine Erhöhung der Grenzbeschleunigung  $a_{\text{KRIT}}$  alternativ aber auch gemäß einer linearen, progressiven oder degressiven Funktion erfolgen kann. Entscheidend ist, dass durch das Erhöhen der Grenzbeschleunigung  $a_{\text{KRIT}}$  die Ansprechempfindlichkeit angepasst wird, so dass keine "unnötigen" Brems Eingriffe erfolgen, sowohl um den Schlupf an den kurveninneren Rädern zu ermitteln, als auch das kurvenäußere Vorderrad abzubremesen. Dadurch wird der Fahrkomfort aufrechterhalten.

#### Patentansprüche

1. Fahrzeugbremssystem, das Regelungseinrichtungen umfasst, die das querdynamische Verhalten des Fahrzeugs ermitteln, um durch vom Fahrer unabhängiges Einstellen des Bremsmomentes an einzelnen Fahrzeugrädern ein stabiles Fahrzeugverhalten aufrechtzuerhalten bzw. wiederherzustellen, wobei zum Verhindern eines seitlichen Kippens des Fahrzeugs bei Kurvenfahrt an dem kurvenäußeren Vorderrad ein Bremsmoment erzeugt bzw. ein bereits eingestelltes Bremsmoment erhöht wird.
2. Fahrzeugbremssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine über- oder untergeordnete Fahrdynamikregelung eingreift, wenn aufgrund des an dem kurvenäußeren Vorderrad erzeugten bzw. erhöhten Bremsmomentes ein Untersteuern des Fahrzeugs zu verhindern ist.
3. Fahrzeugbremssystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Bremsmoment an dem kurvenäußeren Vorderrad erzeugt bzw. erhöht wird, wenn die Fahrzeugquerbeschleunigung bzw. eine mit der Fahrzeugquerbeschleunigung in Beziehung stehende Größe einen vorherbestimmten Grenzwert ( $a_{\text{KRIT}}$ ) überschreitet.

4. Fahrzeugbremssystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Grenzwert ( $a_{\text{KRIT}}$ ) in Abhängigkeit vom Beladungszustand des Fahrzeugs vorherbestimmt wird.

5. Fahrzeugbremssystem nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Grenzwert ( $a_{\text{KRIT}}$ ) zu Beginn eines jeden Fahrbetriebes auf einen Minimalwert ( $a_{\text{MIN}}$ ) zurückgesetzt wird.

6. Fahrzeugbremssystem nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Grenzwert ( $a_{\text{KRIT}}$ ) während eines Fahrbetriebes erhöht wird, solange der Schlupf ( $s_{\text{VORN}}$ ,  $s_{\text{HINTEN}}$ ) an den kurveninneren Rädern betragsmäßig einen vorherbestimmten Wert ( $s_{\text{KRIT}}$ ) unterschreitet bzw. nicht überschreitet.

7. Fahrzeugbremssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Bremsmoment an dem kurvenäußeren Vorderrad dann erzeugt bzw. erhöht wird, wenn der Schlupf ( $s_{\text{VORN}}$ ,  $s_{\text{HINTEN}}$ ) an den kurveninneren Rädern betragsmäßig einen vorherbestimmten Wert ( $s_{\text{KRIT}}$ ) überschreitet bzw. nicht unterschreitet.

8. Fahrzeugbremssystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein angetriebenes kurveninneres Rad dahingehend überprüft wird, ob ein vorherbestimmter positiver Schlupfwert ( $+s_{\text{KRIT}}$ ) überschritten bzw. nicht unterschritten wird.

9. Fahrzeugbremssystem nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass an einem nichtangetriebenen kurveninneren Rad ein Bremsmoment erzeugt bzw. ein bereits eingestelltes Bremsmoment erhöht wird, um das nichtangetriebene kurveninnere Rad dahingehend zu überprüfen, ob ein vorherbestimmter negativer Schlupfwert ( $-s_{\text{KRIT}}$ ) unterschritten bzw. nicht überschritten wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

